

《电网谈话记录》

日期：2017-01-05

最后修改：2017-01-06

记录人：王琦

摘要：本文解释了 **潮流计算** 和 **暂态稳定计算** 的物理概念，描述了领域问题和已有数据，最后提出了可视分析小组可能可以开展的研究课题。

I. 潮流计算

潮流计算利用牛顿迭代法的变种，通过设定电网状态初值，迭代地求解非线性方程组的解，进而用该方程的解来刻画全网状态：功率 (P), 电压 (V), 电荷 (Q), 功角 (Θ).

1.1 方程

潮流方程组是基于基尔霍夫方程推导出的：

- 方程组具有通用表达式，结构始终不变
- 电网不同，方程组也会有所不同
 - 方程个数不同
 - 方程参数不同
 - 有些时候方程的解能收敛，有些时候不能

1.2 初值

每一个发电机或负荷，都有 P, V, Q, Θ 等物理量，通常在赋初值时，我们会指定其中两个量不变，求解另外两个量

- P, V 不变的发电机，被称为 PV 发电机
- P, Q 不变的发电机，被称为 PQ 发电机

1.3 结果

为求解电网的非线性方程组，电气行业基于牛顿迭代法衍生出了很多种求解方法，但问题多是结果并不一定能收敛。这是一个比较大的问题：只有结果收敛了，它才比较有意义。通常用母线电压差值来判断结果是否收敛：若全网电压在相邻两次迭代间的差值最大值 $< 10^{-6}$, 则判断结果收敛。

我们谈论的有功、无功都是针对功率源 —— 发电机和负荷而言的。

在迭代过程中我们会发现电网中的某些物理量（比如母线上的功率差值 ΔP ），该值在一些母线上会在一个值附近上下震荡，而在另一些母线上变(收敛?)为 0. 由于该现象与非线性方程组的求解有关，对此目前还没

有准确的物理解读。

面对不收敛的结果，领域专家通常根据经验去调整方程组的初值 —— P, Q, V, Θ ，网络可调元件的阻抗等 —— 来改变中间过程中发电机或负荷的出力情况。（可能这句话不准确）

II. 暂态稳定计算

暂态稳定计算在电力系统规划和运行分析中占有重要位置。它不仅为规划系统的电源布局、网络接线、无功补偿和保护配置的合理性提供电力系统暂态稳定性的校核，为制定电力系统运行规程提供可靠的依据，而且可用于研究各种提高暂态稳定的措施并为继电保护和自动装置参数整定提供依据。 —— 百度百科

暂态稳定计算有如下特点：

- 由一个 潮流计算结果 开始
- 通常依靠观察功角的变化来判断电网系统是否稳定
- 迭代的每一步代表一个时刻
- 输出的物理量的个数，远多于潮流计算
- 故障 是作为输入，在某一时刻（每一步迭代）输入到计算中

III. 领域问题

对于潮流计算，电气行业中通常持有如下观点：

- 方程组存在解，但不一定能找到
- 如果用不同迭代方法获得了不同的潮流计算结果，那么我们认为这些结果都是合理的

业界对潮流计算主要关注的方面有

- 方程是否收敛，因为方程不收敛就没法进行调整
 - 调整（修改潮流方程组的参数）：比如去掉并联电容器，进而改变阻抗；或者降低发电机或负荷的有功输入、输出
- 如果评估收敛结果

IV. 已有数据

已有的 200 帧数据是进行潮流计算过程中的中间结果，亦即是计算量经迭代后的值，不是对电网的监测值。

同时，该潮流计算算例中，可调整的参数个数并不多，但涉及的参数个数很多。

V. 可能可以研究的课题

5.1 潮流计算

5.1.1 潮流计算结果的全网评估

为掌握整个电网情况，我们需要对潮流计算结果进行全网评估。现有的困难是没有办法同时观察多个物理量，不知道如何通过不同的视觉通道编码不同的信息。领域内希望能观察到的信息有：

- 电压：电压着色
- 无功功率流动 Q
 - 领域内希望 Q 不要来回窜动，能够就地平衡
- 有功功率流动 P
- 发电机的出力情况

5.1.2 潮流计算中间过程可视化

5.1.3 潮流计算结果可视化

对潮流计算结果进行可视化，以评估计算结果。

5.1.4 潮流方程求解

探究潮流方程的解，考察解法是否对所有非线性方程组求解有通用意义

- 王琦注：这是好像是昨天提到的

5.2 暂态稳定计算

对于暂稳计算可视化，现有的困难是没有办法同时观察多个物理量的时序变化，寻找发生故障的先后关系。现在已经在开发基于动画的展示方法。

可以考虑对暂态稳定计算过程进行可视化，以观察电压、频率、功角（相角）、有功的变化情况。